

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-166860

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

i1)Int.CI.

G01J 1/02

G01J 1/42

G02B 6/42

:1)Application number : 09-336131

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC

:2)Date of filing : 05.12.1997

(72)Inventor : NISHIKAWA OSAMU

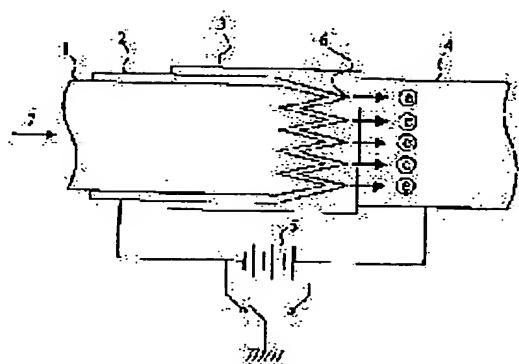
NAKAJIMA KUNIO

## 4) PHOTO-EXCITED FIELD EMISSION TYPE PHOTO-ELECTRIC CURRENT CONVERTER

### 7)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the field emission current quantity and improve the response speed with a simple structure by bonding a light waveguide material having a sharpened light emitting side, a conductive transparent film or insulating material, and a conductor material.

SOLUTION: The light emitting side of a glass fiber 1 as light waveguide material is made into a plurality of sharpened needle-like forms 6, and abrasive grains are sprayed on the surface to make it irregularly uneven. One end of the glass fiber 1 including the needle-like forms 6 is coated with a conductive transparent film 2, the transparent film is coated with a semiconductor material or insulating material. (for example, -SiO<sub>2</sub>) in thickness of filling the height of the needle-like forms 6 to form an insulating film 3, and the surface is polished and flattened. The surface of the insulating film 3 is bonded a conductor 4, and a bias voltage 5 as the conductive film 2 has a negative potential applied between the transparent film 2 and the conductor 4, whereby the field emission current quantity is extremely increased, and the intensity of an incident light can be sensitively detected at high speed.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-166860

(43) 公開日 平成11年(1999)6月22日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
G01J 1/02  
1/42  
G02B 6/42

識別記号

F I  
G01J 1/02  
1/42  
G02B 6/42

R  
Z

審査請求 有 請求項の数13 O L (全4頁)

(21) 出願番号 特願平9-336131

(22) 出願日 平成9年(1997)12月5日

(71) 出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72) 発明者 西川 治

石川県金沢市窪7-364 西尾ビル 608号

(72) 発明者 中島 邦雄

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

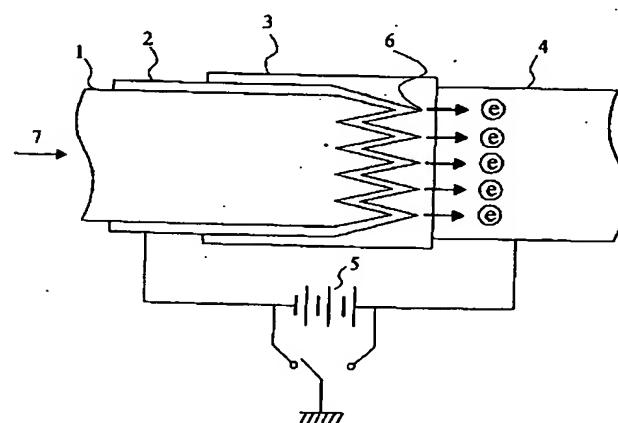
(74) 代理人 弁理士 林 敬之助

(54) 【発明の名称】光励起電界放射型光-電流変換器

(57) 【要約】

【課題】 この発明は電界放射を利用し、構造を簡単化した光励起電界放射型光-電流変換器で、大きな電界放射電流を得ることによる高感度化とピコ秒(10-12 seconds)オーダーの高速応答性を提供することを目的としている。

【解決手段】 上記の課題を解決するために、本発明の光励起電界放射型光-電流変換器は光が伝播するための光導波材料1と導電性透明膜2と半導体材料あるいは絶縁材料3と導体材料4が接合した構成から成り、さらに、上記光導波材料において、光が出射する側を先鋭化した針状形状6を成る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光が伝播するための光導波材料と導電性透明膜と半導体材料あるいは絶縁材料と導体材料が接合した構成からなり、導電性透明膜と導体間に電圧を印加することによって、電界放射電流を得ることを特徴とする光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項2】 光が伝播するための光導波材料で、光が射出する側を先鋭化した形状をもつ光導波材料と導電性透明膜と半導体材料あるいは絶縁材料と導体材料が接合した構成からなり、導電性透明膜と導体間に電圧を印加することによって、電界放射電流を得ることを特徴とする光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項3】 光導波材料がガラス等のファイバー形状からなり、導電性透明膜と接するファイバー形状の一端が、単数個もしくは複数個の先鋭化した針状構造を有することを特徴とする請求項1および請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項4】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造の高さが1~500  $\mu\text{m}$ で、ファイバー形状の一端に先鋭化した針状構造を複数個形成する際の針状構造の間隔が0.1~500  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする特許請求1および請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項5】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造の先端の曲率半径が1  $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1および請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項6】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造と接する導電性透明膜が $\text{Sn}_2\text{O}_3$ 、もしくは $\text{In}_2\text{O}_3$ もしくは $\text{ZnO}$ を含む透明物質、もしくは特定波長の光を透過する物質であることを特徴とする請求項1および請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項7】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造と接する導電性透明膜が0.001~1  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項6記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項8】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造とそれに接する導電性透明膜が半導体材料もしくは絶縁材料で覆われることを特徴とする請求項6記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項9】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造とそれに接する導電性透明膜とそれに接する半導体材料もしくは絶縁材料がダイヤモンドもしくは $\text{SiO}_2$ もしくは $\text{GaAs}$ であることを特徴とする請求項1、請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項10】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造とそれに接する導電性透明膜とそれに接する半導体材料もしくは絶縁材料の先端と導体材料との間隔が0.001~0.1  $\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項9記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項11】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した

針状構造とそれに接する導電性透明膜とそれに接する半導体材料もしくは絶縁材料とそれに接する導体材料の光軸が一致することを特徴とする請求項1および請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項12】 光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造とそれに接する導電性透明膜とそれに接する半導体材料もしくは絶縁材料の構成の中で、光導波材料の一端に形成する先鋭化した針状構造とそれに接する導電性透明膜の間に光学フィルターとしての薄膜を挿入することを特徴とする請求項1および請求項2記載の光励起電界放射型光一電流変換器。

【請求項13】 光が伝播するための光導波材料と導電性透明膜と半導体材料あるいは絶縁材料と導体材料が接合した構成からなり、導電性透明膜と導体間に電圧を印加することによって、電界放射電流を得ることを特徴とする光励起電界放射型光一電流変換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光通信、光情報機器や光計測、分析装置等に広く用いられる光検出器に関する。

## 【0002】

【従来技術】 従来、光一電流変換器として最も広く用いられるのはフォトマルチプライア、Charge Coupling Device (CCD) と呼ばれる電荷結合素子、更にはフォトダイオードである。フォトマルチプライアはきわめて微弱な光にも応答し、增幅率が大きいことが利点として挙げられるが、応答速度がマイクロセカンド程度と遅く、変換電流がマイクロアンペアと小さく、しかも光強度と電流量との相関関係にばらつきの幅をもち、暗電流とノイズが大きいことが欠点として挙げられる。

【0003】 また、CCDは直接、光を電流量に変換するのではなく、光を一旦電荷に変換し、その後、読み取り段階で電流量に変換する。このため、光強度と電流量の相関が極めて高い利点を有するが、応答速度は変換過程を2段階もつため遅く、その機構も複雑という欠点を有している。さらに、フォトダイオードは、バンド幅が20 GHzと広いが、作動温度が10~40°Cと狭いことが欠点としてあげられる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、この発明は電界放射を利用して、電界放射電流量を大きくし、ピコ秒(10~12 second)オーダーの応答速度を実現するとともに、構造を簡単化した光励起電界放射型光一電流変換器の提供を目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る光励起電界放射型光一電流変換器は上記課題を解決するために、電界放射を利用するものである。以下、基本原理を説明する。電導材料の鋭い針先に負のバイアス電圧を印加する

と、針先には高電界が発生し、針先の表面内に閉じ込められている電子に対するポテンシャル障壁を縮小させる。その結果、表面上の電子がハイゼンベルグの不確定性原理により外部に放出される確立が増大する。この現象は電界放射と呼ばれているものである。金属等の導体の針状構造では放射電流量は針先の電界強度により大きく増減し、針先に照射する光には応答しない。しかし、半導体、特に絶縁体に近い半導体材料や絶縁材料では、針先に光を照射すると、光電導率が瞬間に増大し、電界放射電流量がきわめて大きくなる。この原理を応用したものが光励起電界放射型光一電流変換器である。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光励起電界放射型光一電流変換器は光が伝播するための光導波材料と導電性透明膜と半導体材料あるいは絶縁材料と導体材料が接合した構成から成り、上記光導波材料の光が射出する側を先鋭化した形状をもたせることによって、光導波材料に入射した光の強度を高感度に、さらに高速の応答で検出するものである。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光励起電界放射型光一電流変換器の実施例について図面を参照しながら説明する。本発明は、電界放射を利用して、電界放射電流量を大きくし、ピコ秒オーダーの応答速度を実現するとともに、構造を簡単化した光励起電界放射型光一電流変換器の提供するものである。

【0008】図1は本発明の第1の実施例における光励起電界放射型光一電流変換器の構成図である。図1において、1は光導波材料としての、ガラス系ファイバーである。光の射出側の先端には、透明導電膜2をコーティングするが、ここでは、電子ビーム蒸着装置(E B蒸着装置)でITO膜( $In_2O_3:Sn$ )を約0.1μmの膜厚で製膜した。ITO膜はE B蒸着装置で作製したが、スパッタ法、パイロゾル法、スプレー法などの手法によっても、製膜可能である。

【0009】透明導電膜2上に半導体材料もしくは絶縁材料を、さらにコーティングする。ここでは絶縁膜3として、 $SiO_2$ 膜を用い、その形成方法としては、TEOS(Tetra Ethylortho Silicate)-CVD法で行った。 $SiO_2$ 膜はガラスファイバー先端の針状構造の高さ、10μm程度をすべて埋め尽くす程度の厚さが必要であり、約20μmの膜厚で堆積した。この後、膜作製した $SiO_2$ の表面から研磨し、 $SiO_2$ 膜表面を透明導電膜をもつ針状構造の先端までの距離を0.1μm以下とした。

【0010】約10μmの高さをもつ針状構造を有するガラスファイバー1の一端は透明導電膜2として、 $In_2O_3:Sn$ 膜0.1μm、絶縁膜3として、 $SiO_2$ 膜をコーティングし、さらに $SiO_2$ 表面は研磨によって平面化してある。 $SiO_2$ 表面と導体材料4を接合し、

ガラスファイバー上の導電性透明膜2と導体材料4間に、導電性透明膜が負電位となるようなバイアス電圧6を印加することによって、光回路組込み式光励起電界放射型光一電流変換器として動作させることができる。

【0011】以下、本発明の第2の実施例について図面を参照しながら説明する。本発明の目的は、第1の実施例と同様に、光励起電界放射型であるが、導電材料の先端を針状構造にし、その表面上の電子がより高い確率で放出するようにしたものである。第2図は本発明の第2の実施例における光励起電界放射型光一電流変換器の構成図である。図2において、1は光導波材料としてのガラス系ファイバーで、その一端に複数個の先鋭化した針状構造5を有している。針状構造5は表面を荒らすための砥粒を吹き付けるブラスト法や研磨法により表面に不規則に凹凸をつけ、針状構造を機械的方法で形成する。この時、針状構造の高さは10μm程度以下である。また、機械的加工の外に、RIE(Reactive Ion Etching)装置を用いた方法や湿式エッチング法により、高さ、数100μm程度の針状構造を造ることができる。

【0012】形成したガラスファイバーの針状構造を含む一端には、透明導電膜2をコーティングするが、ここでは、電子ビーム蒸着装置(E B蒸着装置)でITO膜( $In_2O_3:Sn$ )を約0.1μmの膜厚で製膜した。ITO膜はE B蒸着装置で作製したが、スパッタ法、パイロゾル法、スプレー法などの手法によっても、製膜可能である。

【0013】透明導電膜2上に半導体材料もしくは絶縁材料を、さらにコーティングする。ここでは絶縁膜3として、 $SiO_2$ 膜を用い、その形成方法としては、TEOS(Tetra Ethylortho Silicate)-CVD法で行った。 $SiO_2$ 膜はガラスファイバー先端の針状構造の高さ、10μm程度をすべて埋め尽くす程度の厚さが必要であり、約20μmの膜厚で堆積した。この後、膜作製した $SiO_2$ の表面から研磨し、 $SiO_2$ 膜表面を透明導電膜をもつ針状構造の先端までの距離を0.1μm以下とした。

【0014】約10μmの高さをもつ針状構造を有するガラスファイバー1の一端は透明導電膜2として、 $In_2O_3:Sn$ 膜0.1μm、絶縁膜3として、 $SiO_2$ 膜をコーティングし、さらに $SiO_2$ 表面は研磨によって平面化してある。 $SiO_2$ 表面と導体材料4を接合し、ガラスファイバー上の導電性透明膜2と導体材料4間に對して、導電性透明膜2が負電位となるようなバイアス電圧6を印加することによって、光回路組込み式光励起電界放射型光一電流変換器として動作させることができる。

【0015】入射光は第2図の針状構造をもたないガラスファイバーの一端から入射され、光が針状構造の先端に照射されるとき、第2図の構造下では光伝導率が瞬間

的に増大し、電界放射電流が極めて大きくなる。

【0016】

【発明の効果】以上のように本発明の光励起電界放射型光-電流変換器は、先鋭化した光導波材料と透明導電性膜と半導体材料あるいは絶縁性材料と電導体材料が接合した構成からなることによって、電界放射電流が極めて大きくなる。このため、ピコ秒 (10 - 12 seconds) 以上 d) 以上の応答速度が可能になり、変換電流量は電界放射する針状構造の形状と針状の数およびバイアス電圧で決まるが、10 ミリアンペア以上が期待できる。また、構造が極めて簡単であり、微細化ができ、この微細化のために、機械的強度に優れている。さらに、動作温度は極低温から 400°C 程度まで広げられ、低ノイズ化を実現できる。

5

【図面の簡単な説明】

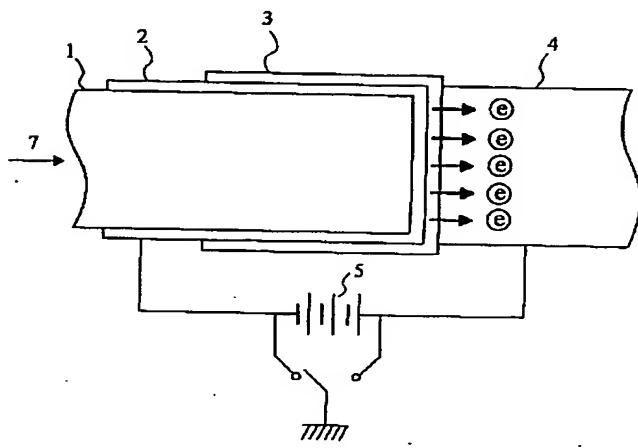
【図 1】 本発明の第 1 の実施例における光励起電界放射型光-電流変換器の構成図

【図 2】 本発明の第 1 の実施例における光励起電界放射型光-電流変換器の構成図

【符号の説明】

1	ガラスファイバー
2	導電性透明膜
3	半導体または絶縁体膜
4	導体
5	針状形状
6	バイアス電圧
7	光入射

【図 1】



【図 2】

